

**PRIORITY
DOCUMENT**

SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)



REC'D 17 MAY 2004	
WIPO	PCT

**Prioritätsbescheinigung über die Einreichung
einer Patentanmeldung**

Aktenzeichen: 103 15 881.2

Anmeldetag: 08. April 2003

Anmelder/Inhaber: MTU Friedrichshafen GmbH,
Friedrichshafen/DE

Bezeichnung: Verfahren zur Drehzahl-Regelung

IPC: F 02 D 45/00

**Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ur-
sprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.**

München, den 09. Januar 2004
Deutsches Patent- und Markenamt
Der Präsident
Im Auftrag

HoId

MTU Friedrichshafen GmbH

04.04.2003

Zusammenfassung

5 Für eine Brennkraftmaschinen-Generator-Einheit (1) wird ein
Verfahren zur Drehzahl-Regelung vorgeschlagen, bei dem ein
erster Zeitpunkt gesetzt wird, wenn die Ist-Drehzahl
($n_M(\text{IST})$) einen Grenzwert übersteigt und ein zweiter
10 Zeitpunkt gesetzt wird, wenn die Ist-Drehzahl ($n_M(\text{IST})$) eine
Start-Drehzahl übersteigt. Aus den beiden Zeitpunkten wird
sodann eine Zeitspanne berechnet. In Abhängigkeit der
Zeitspanne werden sodann eine Hochlauframpe und die Regler-
Parameter eines Drehzahl-Reglers ausgewählt.

15 (Fig. 1)

20

25

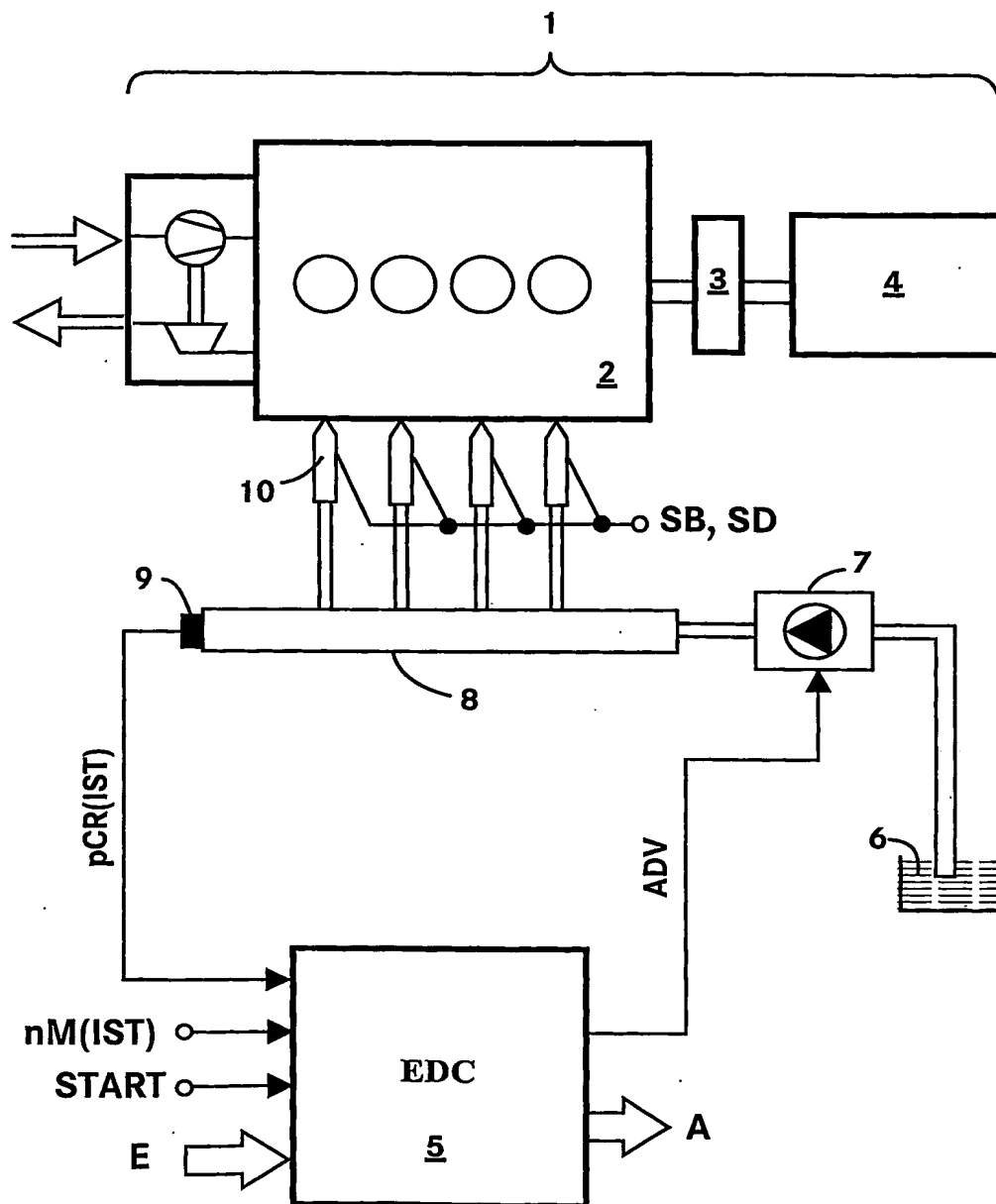


Fig. 1

MTU Friedrichshafen GmbH

07.04.2003

Verfahren zur Drehzahl-Regelung

- 5 Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Drehzahl-Regelung einer Brennkraftmaschinen-Generator-Einheit nach dem Oberbegriff von Anspruch 1.

10 Eine als Generatorantrieb vorgesehene Brennkraftmaschine wird vom Hersteller üblicherweise an den Endkunden ohne Kupplung und Generator ausgeliefert. Die Kupplung und der Generator werden erst beim Endkunden montiert. Um eine konstante Nennfrequenz zur Strom-Einspeisung in das Netz zu gewährleisten, wird die Brennkraftmaschine in einem Drehzahl-Regelkreis betrieben. Hierbei wird die Drehzahl der Kurbelwelle als Regelgröße erfasst und mit einer Soll-Drehzahl, der Führungsgröße, verglichen. Die daraus resultierende Regelabweichung wird über einen Drehzahl-Regler in eine Stellgröße für die Brennkraftmaschine, beispielsweise
20 eine Soll-Einspritzmenge, gewandelt.

Da dem Hersteller vor Auslieferung der Brennkraftmaschine oft keine gesicherten Daten über die Kupplungseigenschaften und das Generator-Trägheitsmoment vorliegen, wird das elektronische Steuergerät mit einem robusten Regler-Parametersatz, dem
25 sogenannten Standard-Parametersatz, ausgeliefert. Bei einem Drehzahl-Regelkreis besteht ein Problem darin, dass Dreh-schwingungen, die der Regelgröße überlagert sind, vom Dreh-

zahl-Regler verstärkt werden können. Besonders kritisch sind die von der Brennkraftmaschine verursachten niederfrequenten Schwingungen, beispielsweise die Drehschwingungen 0.5-ter und 1-ter Ordnung. Beim Starten der

- 5 Brennkraftmaschinen-Generator-Einheit können die Amplituden der Drehschwingungen durch die Verstärkung des Drehzahl-Reglers so groß werden, dass eine Grenzdrehzahl überschritten und die Brennkraftmaschine abgestellt wird.
- 10 Dem Problem der Instabilität wird durch ein Drehzahl-Filter im Rückkopplungszweig des Drehzahl-Regelkreises begegnet. Als weitere Maßnahme werden die Regler-Parameter des Drehzahl-Reglers verändert, also der Proportional-, Integral- oder Differenzial-Anteil. Ein derartiges Verfahren zur Umschaltung
- 15 des Filters sowie ein Verfahren zur Adaption der Regler-Parameter wird beispielweise in der nicht vorveröffentlichten DE 102 21 681.9 aufgezeigt. Problematisch ist, dass diese Maßnahmen erst dann wirksam werden, wenn bereits ein instabiles Verhalten der Brennkraftmaschinen-Generator-
- 20 Einheit vorliegt und detektiert wird.

- In dem oben genannten Standardparametersatz ist für den Startvorgang eine Drehzahl-Hochlauframpe bzw. deren Steigung abgelegt. Um einen möglichst raschen Hochlauf zu ermöglichen,
- 25 wird dieser Parameter auf einen großen Wert eingestellt, z. B. 550 Umdrehungen/Sekunde. Bei einem Generator mit einem großen Trägheitsmoment kann sich eine große Abweichung zwischen der Soll-Hochlauframpe und der Ist-Hochlauframpe ergeben. Diese Regelabweichung der Ist-Drehzahl zur Soll-
- 30 Drehzahl bewirkt einen signifikanten Anstieg der Soll-Einspritzmenge. Bei einer Diesel-Brennkraftmaschine mit einem Common-Rail-Einspritzsystem begünstigt der signifikante Anstieg der Soll-Einspritzmenge die Schwarzrauchbildung. Der signifikante Anstieg der Soll-Einspritzmenge bewirkt
- 35 zusätzlich eine nicht optimale Ermittlung des

Einspritzbeginns und des Soll-Raildrucks, da beide Größen aus der Soll-Einspritzmenge errechnet werden. Für den Hersteller der Brennkraftmaschine bedeutet dies, dass ein Servicetechniker vor Ort die Hochlauframpe an die
5 Gegebenheiten anpassen muss. Dies ist zeitaufwendig und teuer.

Dem Problem eines hohen Abstimmungsaufwands wird durch ein Verfahren gemäß der nicht vorveröffentlichten
10 DE 102 52 399.1 begegnet. Während des Startvorgangs wird aus der Ist-Drehzahl eine Ist-Hochlauframpe bestimmt. Danach wird diese als Soll-Hochlauframpe gesetzt. Dieses Verfahren hat sich in der Praxis bewährt, wobei jedoch die optimale Soll-Hochlauframpe erst ab dem zweiten Startvorgang wirksam wird.

15 Der Erfindung liegt die Aufgabe zu Grunde den Startvorgang einer Brennkraftmaschinen-Generator-Einheit zu verbessern.

Die Aufgabe wird durch die Merkmale von Anspruch 1 gelöst.
20 Die Ausgestaltungen hierzu sind in den Unteransprüchen dargestellt.

Die Erfindung sieht vor, dass eine Zeitspanne ermittelt wird, welche die Ist-Drehzahl zum Durchlaufen eines Drehzahl-Bereichs benötigt. Der Drehzahl-Bereich liegt unterhalb der
25 Start-Drehzahl, welche in der Praxis z. B. 600 Umdrehungen beträgt. Der Drehzahl-Bereich ist durch einen Grenzwert und die Start-Drehzahl definiert. Der Grenzwert wiederum wird in der Praxis geringfügig höher als die Anlasser-Drehzahl
30 gewählt, z. B. 300 Umdrehungen. In Abhängigkeit der gemessenen Zeitspanne werden dann die Hochlauframpe und die Regler-Parameter des Drehzahl-Reglers ausgewählt. Die charakterisierenden Kenngrößen werden also prädiktiv bestimmt. Hierzu sind entsprechende Kennlinien vorgesehen.

35

Durch die Erfindung wird bewirkt, dass jeder Motorstart mit der optimalen Hochlauframpe erfolgt. Veränderte Umgebungsbedingungen werden mitberücksichtigt, z. B. die Kühlwassertemperatur. Bekanntermaßen benötigt eine kalte
5 Brennkraftmaschine eine etwas flachere Hochlauframpe. Bereits mit Erreichen der Start-Drehzahl sind die optimalen Regler-Parameter bestimmt. Die Start-Drehzahl entspricht in der Praxis z. B. 600 Umdrehungen und charakterisiert den Start der Hochlauframpe. Durch die Erfindung wird ein stabiler
10 Motorbetrieb bereits beim Hochlauf gewährleistet. Instabilitäten werden für den gesamten Betrieb wirksam verhindert.

Zur Erhöhung der Sicherheit der Brennkraftmaschinen-
15 Generator-Einheit ist eine Fehlerüberwachung vorgesehen. Hierbei wird die Zeitspanne mit einem Grenzwert verglichen. Eine zu große Zeitspanne deutet darauf hin, dass z. B. ein zu geringer Kraftstoffdruck im Einspritzsystem vorhanden ist. Als Folgereaktion ist vorgesehen, dass mit Setzen des Fehlers
20 ein Diagnoseeintrag erfolgt und ein Notstopp aktiviert wird.

In den Zeichnungen ist ein bevorzugtes Ausführungsbeispiel dargestellt.

- 25 Es zeigen:
- Fig. 1 ein Systemschaubild;
 - Fig. 2 ein Blockschaltbild;
 - Fig. 3 ein Zeitdiagramm (Stand der Technik);
 - Fig. 4 ein Zeitdiagramm (Erfindung);
 - 30 Fig. 5 ein Blockschaltbild;
 - Fig. 6 einen Programmablaufplan.

Die Figur 1 zeigt ein Systemschaubild des Gesamtsystems einer Brennkraftmaschinen-Generator-Einheit 1. Eine

Brennkraftmaschine 2 treibt über eine Welle mit einem Übertragungsglied 3 einen Generator 4 an. In der Praxis kann das Übertragungsglied 3 eine Kupplung enthalten. Bei der dargestellten Brennkraftmaschine 2 wird der Kraftstoff über ein Common-Rail-System eingespritzt. Dieses umfasst folgende Komponenten: Pumpen 7 mit Saugdrossel zur Förderung des Kraftstoffs aus einem Kraftstofftank 6, ein Rail 8 zum Speichern des Kraftstoffs und Injektoren 10 zum Einspritzen des Kraftstoffs aus dem Rail 8 in die Brennräume der Brennkraftmaschine 2.

Die Betriebsweise der Brennkraftmaschine 2 wird durch ein elektronisches Steuergerät (EDC) 5 geregelt. Das elektronische Steuergerät 5 beinhaltet die üblichen Bestandteile eines Mikrocomputersystems, beispielsweise einen Mikroprozessor, I/O-Bausteine, Puffer und Speicherbausteine (EEPROM, RAM). In den Speicherbausteinen sind die für den Betrieb der Brennkraftmaschine 2 relevanten Betriebsdaten in Kennfeldern/Kennlinien appliziert. Über diese berechnet das elektronische Steuergerät 5 aus den Eingangsgrößen die Ausgangsgrößen. In Figur 1 sind exemplarisch folgende Eingangsgrößen dargestellt: ein Ist-Raildruck $p_{CR}(IST)$, der mittels eines Rail-Drucksensors 9 gemessen wird, ein Ist-Drehzahl-Signal $n_M(IST)$ der Brennkraftmaschine 2, eine Eingangsgröße E und ein Signal START zur Start-Vorgabe. Die Start-Vorgabe wird durch den Betreiber aktiviert. Unter der Eingangsgröße E sind beispielsweise der Ladeluftdruck eines Turboladers und die Temperaturen der Kühl-/Schmiermittel und des Kraftstoffs subsumiert.

In Figur 1 sind als Ausgangsgrößen des elektronischen Steuergeräts 5 ein Signal ADV zur Steuerung der Pumpen 7 mit Saugdrossel und eine Ausgangsgröße A dargestellt. Die Ausgangsgröße A steht stellvertretend für die weiteren

Stellsignale zur Steuerung und Regelung der Brennkraftmaschine 2, beispielsweise den Einspritzbeginn SB und die Einspritzdauer SD.

5 In Figur 2 ist ein Blockschaltbild zur Berechnung des Einspritzbeginns SB, des Soll-Raildrucks $p_{CR}(SW)$ und der Einspritzdauer SD dargestellt. Aus der Ist-Drehzahl $n_M(IST)$ der Brennkraftmaschine und der Soll-Drehzahl $n_M(SW)$ berechnet ein Drehzahl-Regler 11 eine Soll-Einspritzmenge Q_{SW1} . Diese
10 wird über eine Begrenzung 12 auf einen maximalen Wert begrenzt. Die Ausgangsgröße, entsprechend der Soll-Einspritzmenge Q_{SW} , stellt die Eingangsgröße der Kennfelder 13 bis 15 dar. Über das Kennfeld 13 wird in Abhängigkeit der Soll-Einspritzmenge Q_{SW} und der Ist-Drehzahl $n_M(IST)$ der
15 Einspritzbeginn SB berechnet. Über das Kennfeld 14 wird in Abhängigkeit der Soll-Einspritzmenge Q_{SW} und der Ist-Drehzahl $n_M(IST)$ der Soll-Raildruck $p_{CR}(SW)$ berechnet. Über das Kennfeld 15 wird in Abhängigkeit der Soll-Einspritzmenge Q_{SW} und des Ist-Raildrucks $p_{CR}(IST)$ die Einspritzdauer SD
20 bestimmt.

Aus dem Blockschaltbild wird deutlich, dass eine lang andauernde große Regelabweichung zu einem signifikanten Anstieg der Soll-Einspritzmenge Q_{SW1} führt. Dieser
25 signifikante Anstieg wird durch die Begrenzung 12 auf einen maximalen Wert begrenzt. Dieser maximale Wert der Soll-Einspritzmenge Q_{SW} bewirkt wiederum, dass ein nicht optimaler Einspritzbeginn SB und ein nicht optimaler Soll-Raildruck $p_{CR}(SW)$, der Soll-Einspritzdruck, berechnet werden. Die Soll-
30 Einspritzmenge Q_{SW} steht stellvertretend für ein leistungsbestimmendes Signal QP. Im Sinne der Erfindung kann unter einem leistungsbestimmenden Signal QP auch ein Soll-Regelstangenweg oder ein Soll-Moment verstanden werden.

Die Figur 3 zeigt den Startvorgang für eine Brennkraftmaschinen-Generator-Einheit gemäß dem Stand der Technik. Auf der Abszisse ist hierbei die Zeit aufgetragen. Auf der Ordinate ist die Drehzahl n_M der Brennkraftmaschine aufgetragen. Als durchgezogene Linie $n_M(IST1)$ ist der Startvorgang mit einem Generator, der ein kleines Trägheitsmoment aufweist, dargestellt. Als durchgezogene Linie $n_M(IST2)$ ist der Startvorgang für dieselbe Brennkraftmaschine mit einem Generator, der ein großes Trägheitsmoment aufweist, dargestellt. Als gestrichelte Linie ist die Soll-Drehzahl $n_M(SW)$ dargestellt, also die Führungsgröße des Drehzahl-Regelkreises. Die Gerade mit den Punkten AB entspricht hierbei der Hochlauframpe HLR1. Die Gerade zwischen den Punkten C und D entspricht der Hochlauframpe HLR2. Bei dem vorliegenden Beispiel ist die Steigung Φ beider Hochlauframpen identisch, z. B. 550 Umdrehungen/Sekunde.

Der Startvorgang für eine Brennkraftmaschinen-Generator-Einheit anhand der Linie $n_M(IST1)$ läuft folgendermaßen ab:

Nach Drücken der Starttaste spurt der Anlasser ein und die Brennkraftmaschine beginnt sich zu drehen. Diese steigt zunächst bis auf eine Anlasser-Drehzahl n_{AN} , z. B. 120 Umdrehungen. Mit Beenden des Synchronisierungsvorgangs wird Kraftstoff in die Brennräume eingespritzt. Ein erster Zeitpunkt t_1 wird gesetzt, wenn die Ist-Drehzahl $n_M(IST1)$ einen Grenzwert GW übersteigt, z. B. 300 Umdrehungen. Gleichzeitig wird der Anlasser deaktiviert, sodass er ausspurt. Aufgrund der Einspritzung erhöht sich die Ist-Drehzahl $n_M(IST1)$ bis diese die Start-Drehzahl n_{ST} übersteigt. Mit Überschreiten der Start-Drehzahl n_{ST} wird ein zweiter Zeitpunkt t_2 gesetzt. Die zu kleine Steigung der Hochlauframpe HLR1 bewirkt, dass die Ist-Drehzahl $n_M(IST1)$ im

Falle eines Generators mit sehr kleinem Trägheitsmoment zunächst deutlich über die Hochlauframpe überschwingt, sich dann auf die Hochlauframpe HLR1 einpendelt und auf die Nenn-Drehzahl n_{NN} hochläuft. Die Nenn-Drehzahl n_{NN} wird im Punkt B erreicht, Zeitpunkt t_4 . Im Punkt B schwingt die Ist-Drehzahl $n_M(IST1)$ über die Soll-Drehzahl $n_M(SW)$ hinaus.

Aus dem Verlauf der Ist-Drehzahl $n_M(IST1)$ lässt sich ableiten, dass die Brennkraftmaschine auch mit einer etwas steileren Hochlauframpe als die Hochlauframpe HLR1 betrieben werden könnte. Dies würde die Hochlaufzeit, entsprechend dem Zeitraum t_2/t_4 , verkürzen. Eine schnellere Hochlauframpe wird vor allem dann benötigt, wenn die Brennkraftmaschine ohne Generator gestartet wird. Der Generator wird dann erst nach Erreichen der Nenn-Drehzahl n_{NN} z. B. mittels eines Freilaufs angekuppelt. Bei einer derartigen Anwendung ist ein schnellstmöglicher Hochlauf erwünscht, da ein Drehspeicher bei Schnellbereitschafts-Aggregaten nur für eine begrenzte Zeit Energie zur Verfügung stellen kann.

Bei Verwendung eines Generators mit einem großen Trägheitsmoment verläuft die Ist-Drehzahl entsprechend der durchgezogenen Linie $n_M(IST2)$. Mit Erreichen der Start-Drehzahl n_{ST} im Punkt C beginnt die Hochlauframpe HLR2 zu laufen, Zeitpunkt t_3 . Aufgrund des großen Trägheitsmoments verläuft die Ist-Drehzahl $n_M(IST2)$ jedoch unterhalb der Hochlauframpe HLR 2. Dies führt zu einem starken Ansteigen der Einspritzmenge und damit zur Schwarzrauchbildung. Zur Vermeidung der Schwarzrauchbildung ist es in diesem Fall also erforderlich eine Hochlauframpe mit einer geringeren Steigung zu verwenden.

In Figur 4 ist ein Startvorgang für eine Brennkraftmaschinen-Generator-Einheit gemäß der Erfindung dargestellt. Als

gestrichelte Linie ist die Soll-Drehzahl $n_M(SW)$ eingezeichnet. Deren Verlauf einschließlich der Hochlauframpen zwischen den Punkten AB bzw. CD ist identisch mit dem Verlauf der Figur 3. Die weitere Erläuterung erfolgt
5 in Verbindung mit der Figur 5.

Der Verlauf der Ist-Drehzahl $n_M(IST1)$ ist bis zum Zeitpunkt t_2 identisch mit dem Verlauf der Figur 3. Überschreitet die Ist-Drehzahl $n_M(IST1)$ den Grenzwert GW, so wird der erste
10 Zeitpunkt t_1 gesetzt. Im Punkt A übersteigt die Ist-Drehzahl $n_M(IST1)$ die Start-Drehzahl n_{ST} . Es wird der Zeitpunkt t_2 gesetzt. Aus der Differenz der beiden Zeitpunkte t_1/t_2 wird eine Zeitspanne dt ermittelt. Diese Zeitspanne dt wird maßgeblich vom Trägheitsmoment des verwendeten Generators
15 bestimmt. In Abhängigkeit der Zeitspanne dt wird über eine Kennlinie 16 (siehe Figur 5) eine Hochlauframpe bestimmt. Die Kennlinie 16 ist in der Form ausgeführt, dass eine kurze Zeitspanne dt eine Hochlauframpe mit einer großen Steigung Phil festlegt. In Figur 4 verläuft die Ist-Drehzahl $n_M(IST1)$
20 infolge dessen entlang der neuen Hochlauframpe HLR3 mit den Punkten AE. Diese zeigt gegenüber der Hochlauframpe HLR1 mit den Punkten AB eine deutlich größere Steigung.

Ebenfalls in Abhängigkeit der gemessenen Zeitspanne dt werden
25 die Regler-Parameter des Drehzahl-Reglers über entsprechende Kennlinien 17, 18 (siehe Figur 5) ausgewählt. Über die Kennlinie 17 wird der Zeitspanne dt eine Nachstellzeit T_N zugewiesen. Die Kennlinie 17 ist in der Form ausgeführt, dass einer langen Zeitspanne dt eine große Nachstellzeit T_N
30 zugeordnet wird. Generatoren mit einem großen Trägheitsmoment benötigen eine größere Nachstellzeit T_N als Generatoren mit einem kleinen Trägheitsmoment. Über die Kennlinie 18 wird der gemessenen Zeitspanne dt ein Proportional-Beiwert k_p zugeordnet. Die Kennlinie 18 ist in der Form ausgeführt, dass

einer langen Zeitspanne dt ein großer Proportional-Beiwert k_p zugeordnet wird. Generatoren mit einem großen Trägheitsmoment können aufgrund der besseren Dämpfung mit einem größeren Proportional-Beiwert k_p betrieben werden als Generatoren mit
5 einem kleinen Trägheitsmoment.

Für die Ist-Drehzahl $n_M(IST2)$, entsprechend einer Brennkraftmaschinen-Generator-Anordnung mit einem großen Trägheitsmoment des Generators, ist die Zeitspanne $dt2$
10 entsprechend dem Zeitraum $t1/t3$, größer. Hieraus resultiert eine Hochlauframpe HLR4, Punkte CF, mit einer deutlich geringeren Steigung $\Phi2$ als die Hochlauframpe HLR2 der Figur 3.

15 In Figur 6 ist ein Programmablaufplan der Erfindung dargestellt. Bei S1 wird geprüft, ob die Ist-Drehzahl $n_M(IST)$ größer als der Grenzwert GW ist. Ist dies nicht der Fall, so wird mit S2 eine Warteschleife durchlaufen. Hat die Ist-Drehzahl $n_M(IST)$ den Grenzwert GW bereits überschritten, so
20 wird bei S3 der erste Zeitpunkt $t1$ gesetzt. Mit S4 wird geprüft, ob die Ist-Drehzahl $n_M(IST)$ größer als die Start-Drehzahl n_{ST} ist. Ist dies noch nicht der Fall, so wird mit S5 eine Warteschleife durchlaufen. Mit Überschreiten der Start-Drehzahl n_{ST} wird bei S6 der zweite Zeitpunkt $t2$
25 gesetzt. Danach wird bei S7 die Zeitspanne dt aus der Differenz der beiden Zeitpunkte $t1/t2$ berechnet. Bei S8 erfolgt eine Fehlerabfrage indem geprüft wird, ob die Zeitspanne dt kleiner einem Grenzwert dt_{GW} ist. Ist die Zeitspanne dt größer oder gleich als der zulässige Grenzwert
30 dt_{GW} , so wird bei S9 ein Diagnoseeintrag vorgenommen und ein Notstopp ausgelöst. Ergibt die Abfrage bei S8, dass die Zeitspanne dt im zulässigen Bereich liegt, so wird bei S10 in Abhängigkeit der Zeitspanne dt die Hochlauframpe HLR, die

Nachstellzeit T_N und der Proportional-Beiwert k_p ermittelt.
Damit ist der Programmablaufplan beendet.

In Figur 6 ist die Warteschleife S5 mit den Bezugszeichen
5 S5a, S5b und S5c näher ausgeführt. Nach S4 wird bei S5a eine
Differenz dt_R vom aktuellen Zeitpunkt t zum Zeitpunkt t_1
gebildet. In der Abfrage S5b wird geprüft, ob die Differenz
 dt_R kleiner als ein Grenzwert dt_{GW} ist. Ist dies der Fall, so
wird zum Punkt A verzweigt. Der Programmablauf wird dann wie
10 zuvor beschrieben mit S4 fortgesetzt. Wird bei S5b
festgestellt, dass der Grenzwert dt_{GW} erreicht oder
überschritten wird, so wird bei S5c ein Diagnoseeintrag
vorgenommen und ein Notstopp ausgelöst.

15 Aus der vorherigen Beschreibung ergeben sich für die
Erfindung folgende Vorteile:

- Die Brennkraftmaschine führt jeden Startvorgang mit der
optimalen Hochlauframpe durch. Dabei werden veränderte
20 Umgebungsbedingungen berücksichtigt.
- Bereits mit Erreichen der Start-Drehzahl n_{ST} werden die
optimalen Drehzahl-Regler-Parameter bestimmt. Dadurch ist
ein stabiler Betrieb bereits beim Hochlauf gewährleistet.
Instabilitäten können damit für den gesamten Betrieb
25 ausgeschlossen werden.
- Probleme beim Start durch z. B. zu geringen
Kraftstoffvordruck werden durch eine Fehlermeldung
angezeigt und die Brennkraftmaschine durch einen Notstopp
geschützt.
- 30 - Wird an ein und derselben Brennkraftmaschine ein anderer
Generator angekuppelt, so wird dies beim Start erkannt und
die zugehörigen optimalen Parameter ermittelt.

Bezugszeichen

5	1	Brennkraftmaschinen-Generator-Einheit
	2	Brennkraftmaschine
	3	Übertragungsglied
	4	Generator
	5	Elektronisches Steuergerät (EDC)
10	6	Kraftstofftank
	7	Pumpen
	8	Rail
	9	Rail-Drucksensor
	10	Injektoren
15	11	Drehzahl-Regler
	12	Begrenzung
	13	Kennfeld zur Berechnung des Einspritzbeginns
	14	Kennfeld zur Berechnung des Einspritzdrucks
	15	Kennfeld zur Berechnung der Einspritzdauer
20	16	Kennlinie zur Berechnung der Hochlauframpe
	17	Kennlinie zur Berechnung der Nachstellzeit
	18	Kennlinie zur Berechnung des Proportional-Beiwerts

25

30

MTU Friedrichshafen GmbH

07.04.2003

Patentansprüche

- 5 1. Verfahren zur Drehzahl-Regelung einer
Brennkraftmaschinen-Generator-Einheit (1) während eines
Startvorgangs, bei welchem eine Soll-Drehzahl ($n_M(SW)$)
über eine Hochlauframpe (HLR) vorgegeben wird, welche mit
10 einer Start-Drehzahl (n_{ST}) beginnt und mit einer Nenn-
Drehzahl (n_{NN}) endet, aus einem Soll-Ist-Vergleich der
Drehzahlen ($n_M(SW)$, $n_M(IST)$) eine Regelabweichung
bestimmt wird und aus der Regelabweichung mittels eines
Drehzahl-Reglers (11) ein leistungsbestimmendes Signal
(QP) zur Regelung der Ist-Drehzahl ($n_M(IST)$) berechnet
15 wird,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
dass ein erster Zeitpunkt (t_1) gesetzt wird, wenn die
Ist-Drehzahl ($n_M(IST)$) einen Grenzwert (GW) übersteigt
($n_M(IST) > GW$), ein zweiter Zeitpunkt (t_2) gesetzt wird,
20 wenn die Ist-Drehzahl ($n_M(IST)$) die Start-Drehzahl (n_{ST})
übersteigt ($n_M(IST) > n_{ST}$), eine Zeitspanne (dt) aus der
Differenz der beiden Zeitpunkte (t_1 , t_2) berechnet wird
und in Abhängigkeit der Zeitspanne (dt) die Hochlauframpe
(HLR) und Regler-Parameter des Drehzahl-Reglers (11)
25 ausgewählt werden.
2. Verfahren zur Drehzahl-Regelung nach Anspruch 1,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,

dass aus der Zeitpanne (dt) die Hochlauframpe (HLR) über eine erste Kennlinie (16) und die Regler-Parameter über weitere Kennlinien (17, 18) bestimmt werden.

- 5 3. Verfahren zur Drehzahl-Regelung nach Anspruch 2,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
dass die Regler-Parameter einer Nachstellzeit (TN) und
einem Proportional-Beiwert (kp) entsprechen.
- 10 4. Verfahren zur Drehzahl-Regelung nach Anspruch 3,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
dass über die weiteren Kennlinien (17, 18) einer langen
Zeitspanne (dt) eine lange Nachstellzeit (TN) und ein
großer Proportional-Beiwert (kp) zugeordnet wird.
- 15
5. Verfahren zur Drehzahl-Regelung nach Anspruch 2,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
dass einer langen Zeitspanne (dt) eine Hochlauframpe
(HLR) mit geringer Steigung (Φ) zugeordnet wird.
- 20
6. Verfahren zur Drehzahl-Regelung nach einem der
vorausgegangenen Ansprüche,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
dass ein Fehler gesetzt wird, wenn die Zeitspanne (dt)
einen Grenzwert (dtGW) erreicht oder übersteigt
($dt \geq dtGW$).
- 25
7. Verfahren zur Drehzahl-Regelung nach Anspruch 1,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
dass eine Zeitspanne (dtR) vom aktuellen Zeitpunkt (t)
zum ersten Zeitpunkt (t1) bestimmt wird ($dtR = t - t1$)
und ein Fehler gesetzt wird, wenn die Zeitspanne (dtR)
einen Grenzwert (dtGW) erreicht oder übersteigt
($dtR \geq dtGW$).
- 30

8. Verfahren zur Drehzahl-Regelung nach Anspruch 6 oder
Anspruch 7,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,

5 dass mit Setzen des Fehlers ein Diagnoseeintrag erfolgt
und ein Notstopp aktiviert wird.

10

15

20

25

30

1 / 5

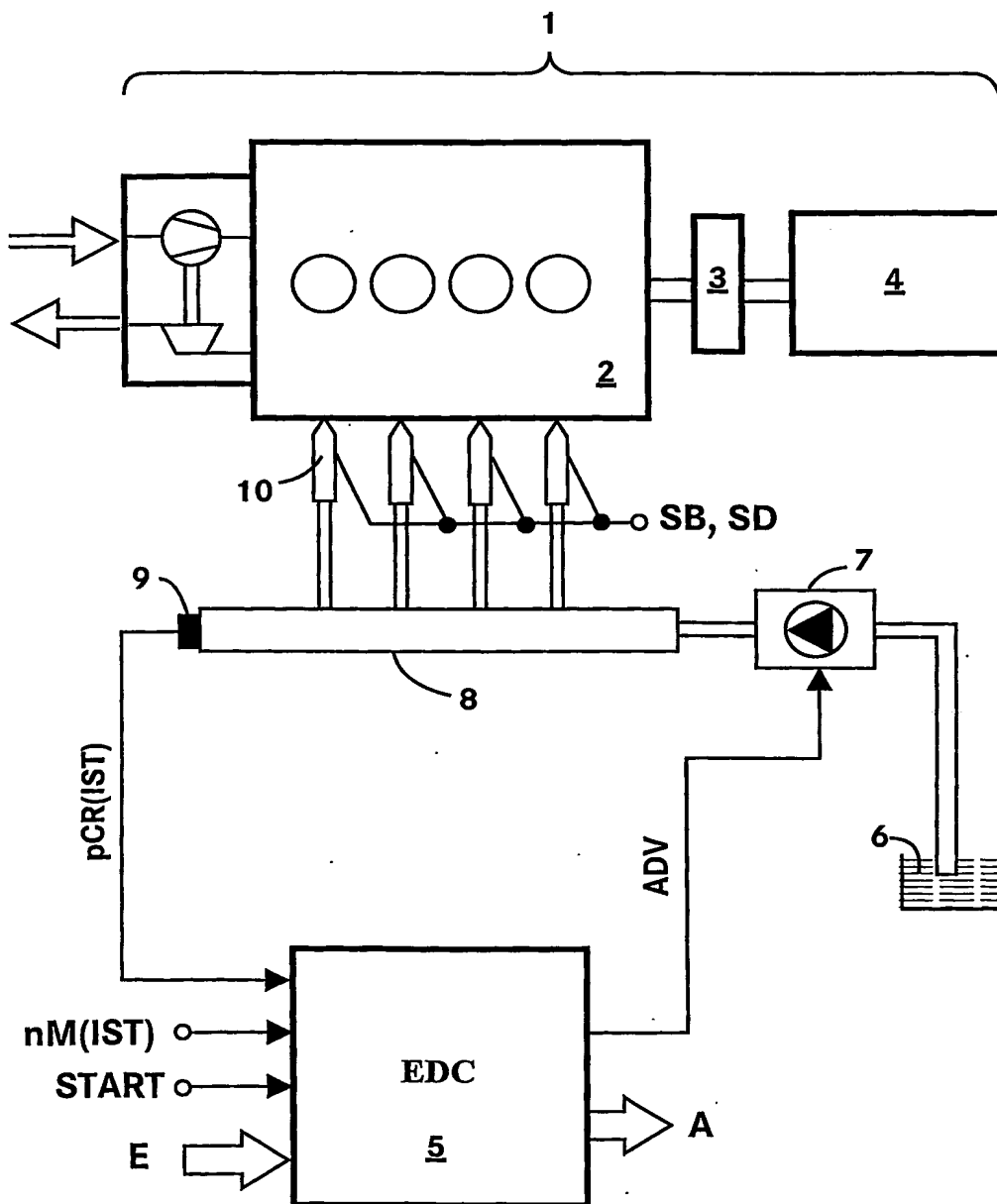


Fig. 1

2 / 5

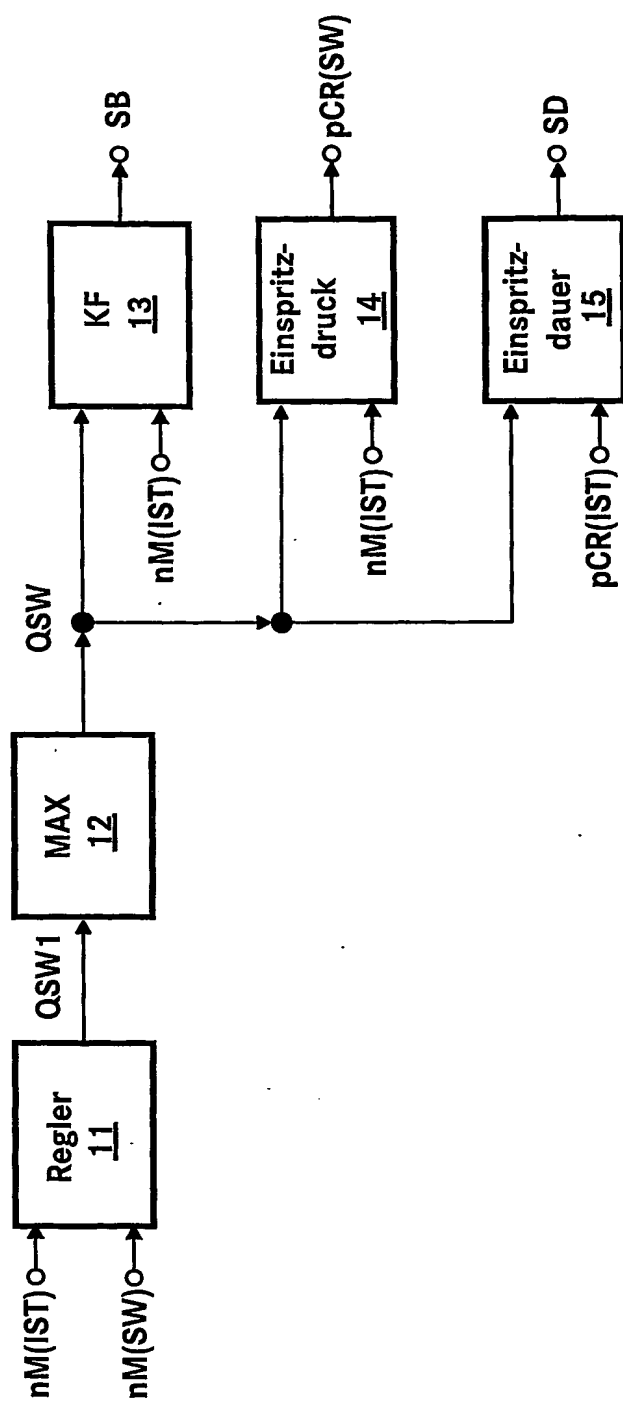


Fig. 2

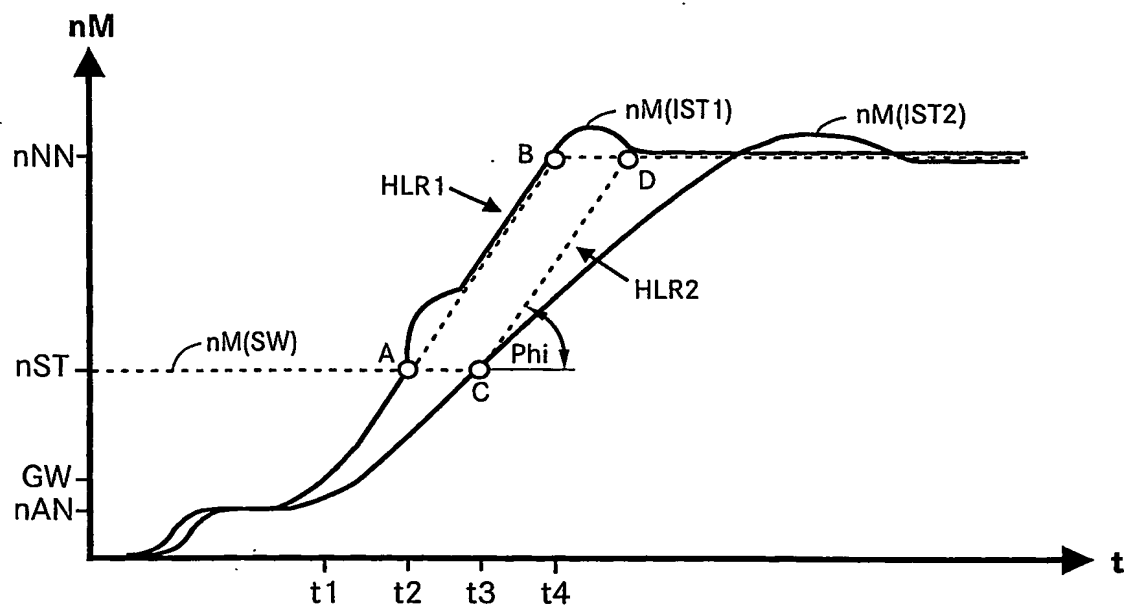


Fig. 3

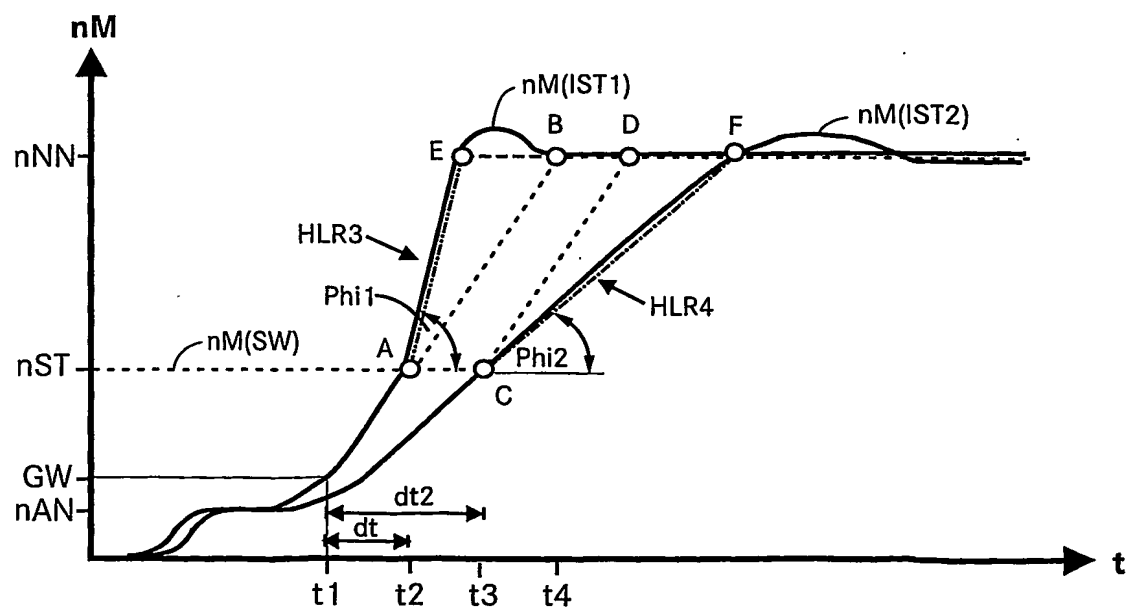


Fig. 4

4 / 5

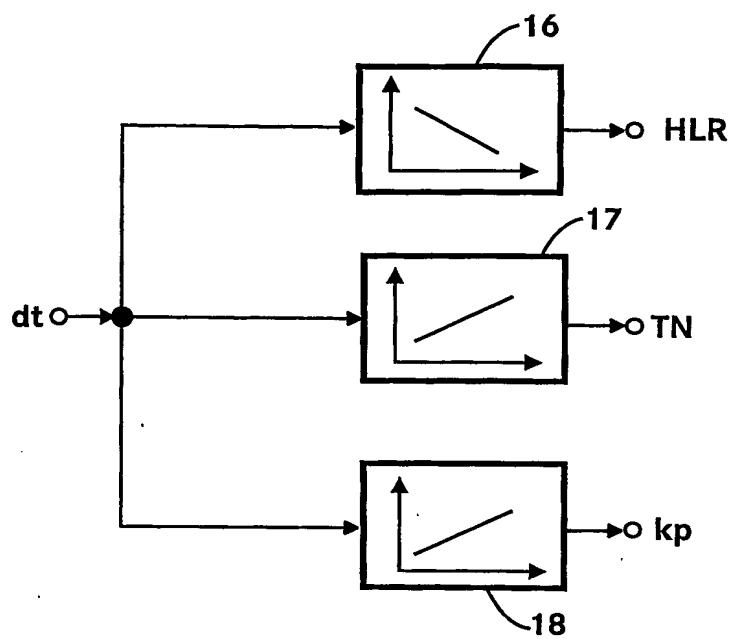


Fig. 5

5 / 5

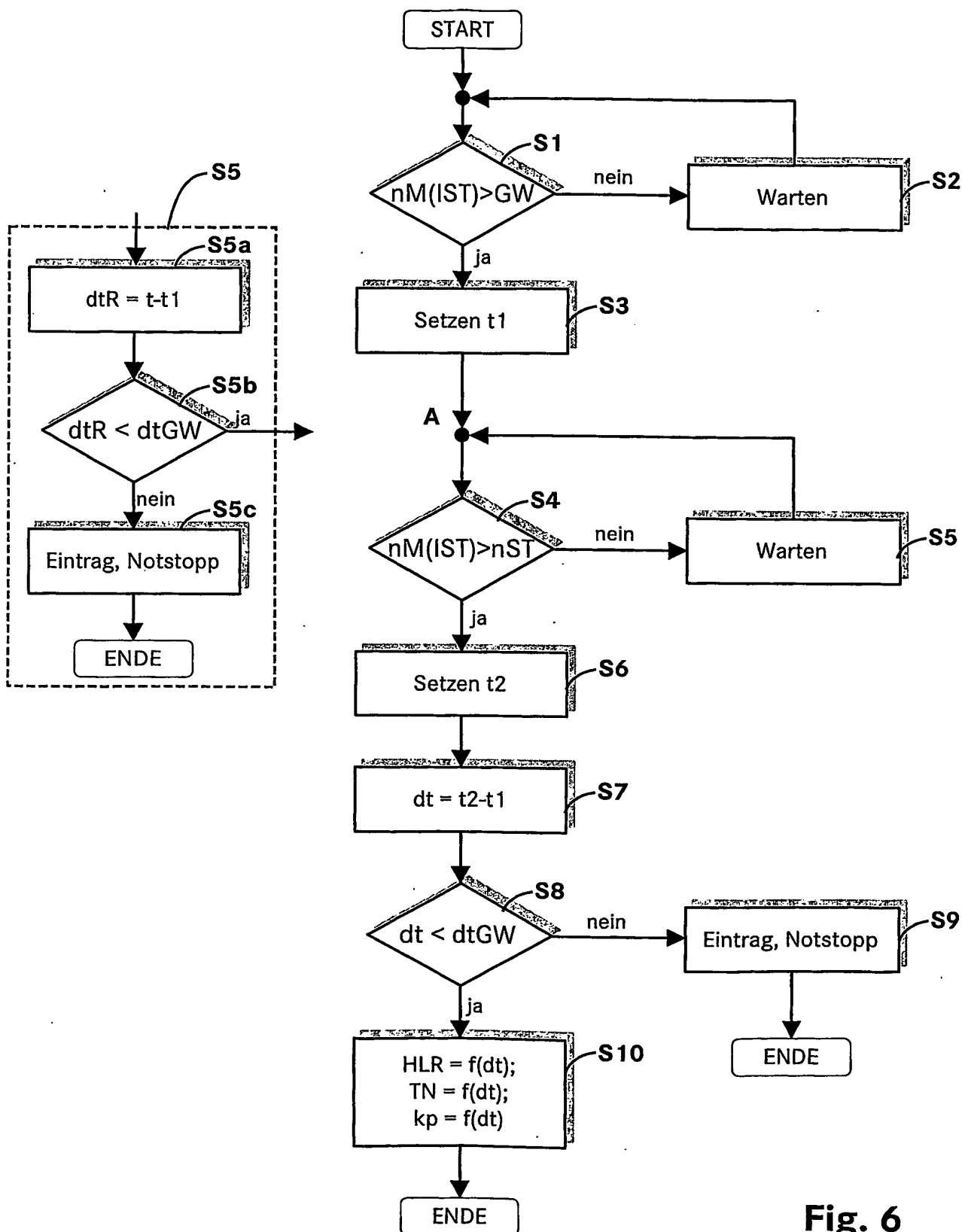


Fig. 6